

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Année 1939

N-

THÈSE

1472

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Raymond, François, Alexandre, Joseph LEONARD

Né le 17 Septembre 1913 à La Terrisse (Aveyron)

**De la sensation du relief
chez les borgnes**

Président : LAIGNEL-LAVASTINE, Professeur.

IMPRIMERIE ARTISTIQUE MODERNE

A. LAPIED

24, rue Monsieur-le-Prince VI^e

1939

1473

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Année 1939

N°

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Raymond, François, Alexandre, Joseph LEONARD

Né le 17 Septembre 1913 à La Terrisse (Aveyron)

De la sensation du relief chez les borgnes

Président : LAIGNEL-LAVASTINE, Professeur.

IMPRIMERIE ARTISTIQUE MODERNE

A. LAPIED

24, rue Monsieur-le Prince VI^e

1939

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOVSKI.
Bactériologie	Robert DEBRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générale	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI.
Pathologie chirurgicale	MONDOR.
Anatomie pathologique	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	CHIRAY
	LOEPER.
Clinique médicale	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBE.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNEO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GREGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	CHEVASSU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements	JEANNIN.
	LEVY-SOLAL.
Clinique gynécologique	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	M. VILLARET
Clinique de la Tuberculose	TROISIER.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Clinique cardiologie	LAUBRY.
Clinique de neuro-chirurgie	Clovis VINCENT.
Clinique d'Assistance Médico-sociale	N...
	HAZARD.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	SANNIE.



II. AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

AMELINE Pathologie chirurgicale.
 BARIETY Pathologie médicale.
 BENARD (H.) . Pathologie médicale.
 BERNARD (E.) . Pathologie médicale.
 BESANÇON (J.) Hydrologie.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD . . . Histologie.
 CATHALA . . . Pathologie médicale.
 CHEVALLIER . . Pathologie médicale.
 COSTE Pathologie médicale.
 DOGNON Physique.
 FEY Urologie.
 FUNCK Pathologie chirurgicale.
 GALLIARD . . . Parasitologie.
 GASTINEL . . . Bactériologie.
 DE GAUDART
 D'ALLAINES Pathologie chirurgicale.
 GAYET Physiologie.
 DE GENNES . . Pathologie médicale.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU . . Pathologie médicale.
 HALPHEN . . . Oto-rhino-laryngologie.
 HUGUENIN . . . Anatomie pathologique.
 JOANNON . . . Hygiène.
 LACOMME . . . Obstétrique.

MM.

LANTUEJOUL . Obstétrique.
 LAROCHE (Guy) Pathologie médicale.
 LAVIER Parasitologie.
 LELONG Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale
 Mlle J. LEVY . . Pharmacologie.
 LEVY-VALENSI. Neurologie et Psychiâtrie.
 MENEGAUX . . Pathologie chirurgicale.
 MOLLARET . . Pathologie médicale.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET . Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN . . . Pathologie médicale.
 PETIT-
 DUTAILLIS Pathologie chirurgicale.
 PIEDELIEVRE . . Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RENARD Ophthalmologie.
 RICHTER Physiologie.
 SENEQUE Pathologie chirurgicale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH . . . Pathologie chirurgicale.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE pour le service des examens

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT Physiologie.
 GUENIOT Obstétrique.
 HEITZ-BOYER . Pathologie chirurgicale.

LARDENNOIS . . Pathologie chirurgicale.
 LE LORIER . . . Obstétrique.
 NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
 SCHWARTZ . . Pathologie chirurgicale.
 VAUDESCAL . . Obstétrique.

VI. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent.

MM.		MM	
ALAJOUANINE	Clinique médicale.	BASSET	Clinique chirurgicale.
AUBERTIN		BROCQ	
BRULE		CADENAT	
CHABROL		GATELLIER. . .	
DONZELOT . . .		MOURE	
DUVOIR		QUENU	
LIAN		VELTER	
PASTEUR-VAL- LERY-RADOT			
SEZARY			

MM.	
ECALLE	Clinique obstétricale.
METZGER	

V. — CHARGES DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé.	Education physique
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique
RUPPE	Stomatologie
WEIL-HALLE	Puériculture

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et elle n'en tend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MA MERE, A MON PERE

Trop faible témoignage de ma profonde reconnaissance et de ma filiale affection.

A MES GRANDS-PARENTS

(In memoriam.)

A MES FRERES : HENRI et l'Abbé EUGÈNE

A MES SŒURS : HENRIETTE, RAYMONDE,
Sœur MARIE-Alice et MARIE-FRANÇOISE

A MA BELLE-SŒUR FERNANDE

A TOUS MES PARENTS

A MES AMIS

A MON PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur LAIGNEL-LAVASTINE

Membre de l'Académie de Médecine

Officier de la Légion d'Honneur

Médecin de la Pitié

Professeur d'Histoire de la Médecine et de la Chirurgie

*Qui nous a inspiré le sujet de cette
thèse.* ;

*Qui nous a fait le grand honneur
d'en accepter la présidence.*

*Qu'il veuille bien trouver ici l'ex-
pression de notre profonde reconnais-
sance.*

A MES MAITRES DE L'ECOLE DE MEDECINE
DE REIMS

A MES MAITRES DE LA FACULTE DE MEDECINE
DE PARIS ET DES HOPITAUX



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INTRODUCTION

Le problème de la vision en général et de la sensation du relief en particulier ont donné, pendant plusieurs siècles, matière à de nombreuses controverses entre philosophes de tout pays.

Dans un domaine plus strictement scientifique, de nombreux savants se sont attachés à résoudre ces questions, et, pour les expliquer, en ont donné des versions différentes. A côté de ce problème déjà si complexe de la vision de la sensation binoculaire du relief, il s'en est posé un autre bien plus délicat : celui de la sensation monoculaire du relief ; c'est ce dernier point qui fera l'objet de notre thèse.

Pendant longtemps, la plupart des auteurs ont refusé à la vision monoculaire toute sensation du relief. Si nous recherchons les causes de ce jugement, par trop arbitraire, nous sommes amené à constater qu'il repose sur une observation insuffisante, erronée des faits, et aussi sur un raisonnement dont les bases d'expérimentation ne correspondent pas à la réalité de ces mêmes faits, et ceci pour les raisons suivantes :

Tout d'abord, cette opinion repose sur :

I. *L'observation incomplète et inexacte des faits.* — Ces auteurs s'étaient basés sur des observations de sujets qui étaient devenus maladroits, dont la notion de distance et de relief s'était altérée à la suite de la perte

d'un œil. Sans pousser plus loin leurs investigations, ils en avaient tout simplement conclu que seule la vision binoculaire était susceptible de donner une sensation exacte du relief.

Mais s'ils avaient suivi leurs sujets plus longuement, ils auraient remarqué que ces troubles n'étaient que passagers, comme nous le verrons plus loin, et qu'il était possible, à ces mêmes sujets, d'acquérir à nouveau et rapidement la sensation du relief, dès que les troubles d'interprétation d'origine cérébrale, qui les avaient engendrés, auraient disparu.

II. — D'autre part, cette opinion est également le résultat d'un raisonnement inexact parce que reposant sur des bases expérimentales fausses, et ceci pour deux raisons :

1° Parce qu'elle est fondée sur l'idée préconçue. En effet, seule la théorie de la convergence et de la similitude était capable pour eux de donner une explication vraiment scientifique de la sensation du relief en vision binoculaire, et le seul fait que cette théorie ne pouvait pas trouver son application en vision monoculaire avait suffi à lui dénier toute sensation de relief.

2° En second lieu, les expériences faites sur la sensation monoculaire du relief avaient été réalisées par des sujets possédant la vision binoculaire. Ces sujets, pour les besoins de l'expérience, se contentaient de fermer un œil. Les résultats qu'ils obtenaient étaient appliqués par extension à tous ceux qui possèdent uniquement la vision monoculaire.

Or, ces résultats sont justes s'ils sont appliqués à des individus ayant perdu depuis peu la vision binoculaire, deviennent inexacts lorsqu'ils sont attribués à des borgnes. Il s'ensuit que seul devra se prêter à ces expérimentations un œil possédant la vision monoculaire depuis un temps assez long (de quelques jours à quelques mois) suivant les individus. Ainsi, ces expériences ne seront pas faussées par des troubles d'interprétations cérébrales, c'est-à-dire ces mêmes troubles plus ou moins passagers qui apparaissent chez les sujets devenant borgnes et qui s'atténuent pour disparaître au bout d'un certain temps par une rééducation cérébrale. C'est seulement alors que de bonnes conditions d'expérimentation seront réalisées.

Actuellement, tout le monde est d'accord pour admettre que la sensation monoculaire du relief est un fait, un fait scientifiquement établi et démontré.

Divisions de l'ouvrage

Pour être plus complet, avant d'aborder l'étude de la sensation monoculaire du relief, il est utile de traiter quelques questions qui s'y rattachent intimement.

Après avoir esquissé le problème de l'origine de la sensation du relief, c'est-à-dire de la troisième dimension, nous exposerons brièvement les théories relatives à la sensation binoculaire du relief, et nous serons naturellement amené à en faire une étude critique.

Nous aborderons alors l'étude de la sensation monoculaire du relief et nous démontrerons les bases scientifiques qui l'expliquent et les phénomènes d'ordre empirique qui s'y rapportent dans les chapitres suivants :

I. — Observations cliniques tirées de la vie courante et expérimentations réalisées dans le règne animal prouvant que la sensation du relief et des distances est aussi riche et aussi précise chez le borgne que chez le sujet possédant la vision binoculaire.

II. — Etude de la structure même de l'œil qui est organisé pour donner même en vision monoculaire la sensation du relief.

A) Expérimentations portant sur la fonction visuelle monoculaire.

Etude du relief donné par le cristallin.

A cette occasion, nous ferons un exposé d'une nouvelle théorie de la vision, celle de MM. Quidor et Héribel.

B) Etude du rôle de l'accommodation et d'un phénomène facilitant son jeu.

Le chromatisme oculaire (théorie du D^r Polack).

Utilité de la vision indirecte dans les phénomènes d'accommodation.

III. — Rôle de la parallaxe oculaire.

IV. — Rôle des facteurs empiriques suivants :

- a) De la perspective linéaire.
- b) Interprétation des oppositions d'ombre et de lumière.
- c) La perspective aérienne.
- d) La luminosité plus ou moins grande des objets.
- e) Autres facteurs empiriques.

V. — Perte de la vision binoculaire chez l'adulte.

Conclusions.

Nous concluons en essayant, en quelques mots, de dégager de cette étude les éléments essentiels qui contribuent à percevoir la sensation du relief chez le borgne, et à déterminer leur importance dans l'élaboration de cette même sensation.

ORIGINE DU SENS SPACIAL

Que faut-il entendre par sensation du relief? Telle est la première question qui se pose.

Il faut entendre par là la sensation qui nous permet d'apprécier la forme et la distance des objets par rapport à nous.

Il est donc logique de rechercher l'origine de cette sensation. Tel sera l'objet de ce premier chapitre.

L'image rétinienne étant une image-plan, on comprend que, suivant le nombre et la situation des éléments rétiniens excités, nous puissions avoir une perception de l'étendue en largeur et en hauteur.

Mais, tandis qu'une impression tactile est localisée au point même qui a été touché, comment, dans l'organe de vision l'image peut-elle être localisée à distance, comment nous donne-t-elle, en d'autres termes, l'impression de la profondeur?

C'est là le problème de la perception spaciale; aussi on est amené tout naturellement à se demander si le sens spacial est inné chez nous, ou s'il se développe par l'association des sensations visuelles à des sensations tactiles et auditives. Il existe deux catégories de sujets chez qui on peut étudier le développement du sens spacial : ce sont les nouveau-nés et les aveugles-nés opérés de la cataracte.

Chez le nouveau-né, la perception de la distance est pendant longtemps tout à fait incertaine. Ce qui s'explique

aisément, puisque d'après Preyer il existe, même au dixième jour, une incoordination complète de mouvements des deux yeux, et que, dans ces conditions, il ne peut y avoir aucune perception de la profondeur.

Néanmoins, vers le quinzième jour, l'enfant regarde dans la direction de l'excitant, et ceci, avant que les associations tactiles et musculaires aient pu le renseigner sur la distance à laquelle il est situé puisque ce n'est que vers la onzième semaine que les mouvements de préhension commencent à se faire.

Ce n'est que beaucoup plus tard qu'il cherchera à saisir les objets.

Gutmann a constaté aussi que ce n'est qu'à partir du troisième mois que les enfants sont maîtres de leurs mouvements oculaires.

La perception de la profondeur absolue semble se faire plus tard que celle de la perception relative.

Des recherches plus récentes de Stern tendraient à prouver que dès qu'il commence à voir la perception de la profondeur, l'enfant peut apprécier les différences entre objets rapprochés et objets plus éloignés.

M. Pieron, d'autre part, ajoute : « Retenons cependant que chez le nouveau-né la perception de la profondeur, pour si imparfaite qu'elle soit, ne peut être le résultat d'expériences musculaires et tactiles. »

L'étude de la vision chez les aveugles-nés opérés de la cataracte semblerait donner des résultats décisifs; cependant il s'en faut de beaucoup et pour de multiples raisons.

La vision de ces opérés se fait le plus souvent dans des conditions très défectueuses pour que leur réponse puisse avoir une grande valeur.

L'accommodation est supprimée alors qu'en relation avec la convergence elle contribue pour beaucoup à nous renseigner sur la grandeur relative des objets.

Quel est en outre l'état de ces rétines qui pendant de nombreuses années n'ont eu que la perception qualitative de la lumière?

D'ailleurs, les réponses sont parfois très incertaines à cause du jeune âge des sujets, et la plupart des opérés n'ont qu'un faible degré d'intelligence. Si, de l'étude de certaines de ces observations, comme celle de l'opéré de Home, il ressort que l'impression du relief apparaît sans qu'aucune expérience tactile ne soit nécessaire, la plupart des autres observations, bien plus nombreuses que les précédentes, admettent qu'après l'opération la notion des distances doit être toujours enseignée.

Se basant sur ces dernières observations, les empiristes, comme Berkeley en Angleterre, prétendaient que l'étendue tactile aurait seule une réalité, l'idée visuelle n'étant qu'un symbole.

Condillac en France reprend l'argumentation de Berkeley dans son traité des sensations et aboutit aux mêmes conclusions.

Taine, étudiant la question, énonce que la fonction visuelle nous permet de substituer à l'atlas musculaire et tactile, un atlas visuel plus commode.

Tous aboutissent donc à l'idée suivante :

« La vue seule est incapable de nous donner la sensation du relief, elle ne l'acquiert que si elle est au préalable éduquée par les autres sens. »

Nous pensons cependant que si la sensation du relief chez l'opéré de Dufin, l'aveugle de Cheselden, etc. ne s'est réalisée qu'après une longue éducation de leur sens

visuel par la coopération des sensations tactiles kinaesthésiques, auditives, olfactives, etc., nous pouvons en donner l'explication suivante :

Pendant longtemps ces opérés continuent à associer les sensations anciennes aux sensations visuelles, si bien qu'on peut se demander s'ils arrivent jamais comme les sujets normaux à se passer complètement des premières.

Chez eux, la notion de distance, de position s'associe toujours à une sensation tactile de façon tellement intime que, même après l'opération, ils continuent à saisir les objets lorsqu'ils veulent apprécier la distance.

Hering assignait à chaque élément rétinien une valeur spaciale déterminée.

Pour lui, le sens spacial serait sans doute inné chez chaque individu. Cependant, on doit le concevoir non comme un attribut immobile ayant acquis d'emblée toute sa perfection, mais comme une aptitude héréditaire susceptible de se perfectionner peu à peu au cours des siècles par la somme des expériences individuelles.

Pieron admet que « si la notion géométrique de l'espace implique une acquisition personnelle singulièrement aidée d'ailleurs par l'expérience ancestrale socialement transmise et symbolisée par le langage, il n'en reste pas moins vrai que cette notion peut, sous sa forme élémentaire, naître des données sensorielles commandées par des réactions congénitales spécifiques, et qu'ainsi peut se justifier le nativisme physiologique. »

Après cet exposé bref, nous sommes amené naturellement à émettre une opinion.

Nous nous rallions volontiers à une conception voisine de celle exposée par Hering, qui semble la mieux se rapprocher de la réalité des faits : « la sensation du

relief serait en quelque sorte innée et acquise tout à la fois ».

La vue nous donne à elle seule une certaine sensation du relief qui peut être perfectionnée mais non suppléée par l'éducation : éducation qui comporte la mise en œuvre de toutes les acquisitions qui nous sont fournies par nos sensations et par nos facultés intellectuelles.

Or, une fonction dans la mesure où elle est acquise par l'hérédité et l'expérience propre du sujet est susceptible de se développer par l'exercice, de s'atténuer par le non-usage ou de se modifier en s'adaptant expérimentalement aux conditions nouvelles de son exercice qui peuvent survenir.

C'est ce qui se passe chez l'individu devenant borgne.

THEORIES ACTUELLES

DE L'IDENTITE ET DE LA CONVERGENCE

Les recherches sur l'origine du sens spacial nous font prévoir l'importance capitale de la collaboration intime des sensations visuelles avec les autres impressions sensorielles et psychiques dans le développement, l'enrichissement et une plus grande précision de la sensation du relief.

L'étude suivante sur les théories qui prétendent expliquer la vision binoculaire et leur critique permet de mettre mieux en lumière encore le bien-fondé de cette notion et plus particulièrement l'importance des phénomènes psychiques dans la sensation binoculaire du relief.

L'étude de la sensation monoculaire du relief ne fera que la confirmer et la situer au premier rang dans l'élaboration des phénomènes visuels.

Les conditions de la vision sont considérés actuellement comme devant répondre à deux théories :

1° Celle de l'identité ou des points similaires qui veut expliquer l'unité de sensation dans la vision binoculaire, c'est-à-dire la vision simple;

2° Celle de la convergence qui tend à montrer le mécanisme de la sensation du relief.

D'après ces conceptions théoriques, la vue est simple avec les deux yeux quand les axes optiques convergent sur les objets regardés.

Lorsque cette convergence n'est pas réalisée, tous les objets reproduisent deux images et sont vus doubles, ce qui arrive pour tous les points visuels autres que le point observé et que ceux qui proviennent de sources convenablement situées sur une ligne courbe bien déterminée et nommée horoptère.

Les images rétiniennes des objets sont renversées d'après les lois de la physique mathématique de la réfraction. Elles sont déformées par suite de l'inclinaison du cristallin dont les axes optiques divergent, chacun fait avec le plan de symétrie de l'observateur un angle de 6° déterminant ainsi une asymétrie des images rétiniennes; déformées également par des courbures non identiques des deux rétines; déformées enfin par diverses aberrations de courbures et chromatiques. Pourtant, ces deux images rétiniennes inégales, irrégulières et déformées produisent la vision nette d'un seul objet.

Les points des deux rétines, qui dans ces conditions se trouvent couverts par l'image de l'objet, sont dits similaires. Les points similaires des deux rétines sont donc ceux qui, impressionnés en même temps, donnent une sensation unique.

M. le Docteur Carlo du Havre écrit à ce sujet :

« Puisque la sensation est unique, il faut bien admettre, en vertu de la théorie du neurone et des localisations cérébrales, qu'ils ont aussi les mêmes relations cérébrales, c'est-à-dire que les deux rétines périphériques se superposent à une même rétine corticale, fonctionnellement, au niveau de laquelle se fusionnent les deux images rétiniennes. De sorte que les points physiologiquement similaires des deux rétines sont ceux qui coïncident quand on superpose les deux membranes. Cette super-

position se fait en admettant que les yeux regardant à l'infini, l'une des rétines est transportée sur l'autre parallèlement à elle-même, c'est-à-dire que les points homothétiques des deux rétines sont des points similaires. Or, cette homothétie ne peut être réalisée que pour les points de la tache jaune que touchent les axes optiques convergents dans le cas de la vision binoculaire, tous les autres points du champ visuel autres que le point de convergence des axes optiques produisent en effet des images rétinienne non homothétiques.

Pour orienter les globes oculaires afin que les axes optiques viennent se croiser sur l'objet considéré et que les images rétinienne des différents points de l'objet soient reçus par les points homologues de chaque macula, un effort musculaire intervient.

Cet effort nécessaire à l'unité de sensation nous permet d'apprécier la distance relative des différents points de l'espace.

Si en particulier nous considérons un objet déterminé, l'effort de convergence qui amènera successivement sur les foveas les images des différents points de cet objet nous fera connaître le relief de cet objet.

C'est la convergence des axes visuels qui nous fera connaître la forme et la distance des objets par l'observation simultanée de deux images légèrement différentes de ces objets, car les images formées sur chaque rétine par un objet placé au sommet de l'angle optique de convergence ne sont pas identiques et ne peuvent pas l'être.

Ces deux images, dites images conjuguées, constituent un élément essentiel du relief si l'on s'en rapporte aux illusions fournies par le stéréoscope. Cet appareil est dis-

posé de manière à confondre en une seule deux images photographiques conjuguées du même objet, c'est-à-dire prises sous les points de vue de chacun des deux yeux, si cet objet était placé au sommet de l'angle optique. »

CRITIQUE DE CES THÉORIES

Ces théories ne peuvent prétendre à expliquer à elles seules tous les phénomènes visuels. M. le Docteur Carlo raisonne ainsi : les strabiques voient simple malgré que les axes optiques ne convergent pas sur l'objet.

Les parésies et paralysies des muscles moteurs des globes déterminent des diplopies, dans la mesure qu'elles empêchent la convergence des axes optiques. Diplopies parfois irréductibles surtout quand elles surviennent dans l'âge mûr, mais parfois aussi réductibles en dépit de la persistance de déviation des globes. La neutralisation fonctionnelle qu'on a coutume de faire intervenir pour accorder ce fait à la théorie n'est qu'une vue de l'esprit : car la rétine du strabique, même invétérée, n'a pas perdu sa sensibilité périphérique, ni même sa sensibilité maculaire puisque la diplopie apparaît souvent après le redressement opératoire.

D'autre part, l'insuffisance de convergence est très répandue parmi les myopes ; si elle leur rapporte quelque gêne (ce qui prouve que l'œil divergent ne neutralise pas), elle ne leur ôte pas la vision simple ni le sens du relief.

De plus, tous les points du champ visuel, hormis le sommet de l'angle optique, donnent deux images rétinienne qui ne sont pas homologues. Pour expliquer la vision simple dans ces conditions, il faut encore recourir au stratagème commode de la neutralisation spontanée automatique de certaines images, à l'exclusion de certaines autres. »

La réalité est plus simple, toutes ces impressions rétinienne élémentaires transmises au cerveau concourent à la formation de l'image cérébrale unique. Cette cérébrale est objective car elle a pour origine l'image que forme l'objet sur la rétine, image qui sera dite : image rétinienne. La cérébrale est en outre subjective car nous la substituons à la rétinienne qui donne des objets, une image considérablement réduite, renversée et déformée.

Une intégration d'ordre psychique intervient ici, qui volatilise les abstractions et les lois rigoureuses de la physique mathématique. On serait presque tenté de croire que les impressions lumineuses sont projetées à travers la rétine dans la direction de leur source.

Quant à la sensation unique résultant des multiples impressions visuelles, elle n'implique pas que les voies optiques et les centres occipitaux soient tels que nous les croyons. Sans doute des faisceaux optico-sensoriels s'y rencontrent-ils puisque certaines lésions de ces lobes produisent des troubles visuels observés et décrits.

M. de Gramont dit à ce sujet : De tristes expériences de guerre nous apprennent que les zones correspondantes des deux rétines aboutissent à un même point du cerveau.

On a remarqué en effet sur des sujets victimes de blessures intéressant une très petite étendue cérébrale,

la formation dans le champ visuel de deux taches aveugles présentant la même forme dans l'un et l'autre champ. Ainsi, une lésion cérébrale trace dans les deux rétines des surfaces analogues.

C'est donc que les filets nerveux issus de points correspondants des deux rétines aboutissent dans ces cerveaux à des centres voisins.

Mais l'observation montre aussi que des lésions destructives (tumeurs, plaies de guerre) intéressant des portions quelconques de l'encéphale, retentissent pareillement sur l'œil. Il faudrait dans ces conditions reconnaître un peu partout la présence de conducteurs optiques.

D'autre part, M. le Docteur Carlo dit à ce sujet :

« Chez les animaux où l'entrecroisement des nerfs optiques est complet, la théorie des points similaires tombe; et aussi chez les animaux dont le champ visuel est nul ou fort exigü. Ici la vision est toujours monoculaire, et chaque œil a un champ visuel distinct, ce qui ne les prive pas de la vision simple. »

L'effort musculaire de convergence est dans certains cas un facteur de la sensation de relief; dans certains cas bien déterminés, il n'en reste pas moins un facteur qui n'est pas décisif.

M. de Gramont le précise ainsi :

« Aux faibles distances et dans une direction voisine du plan de symétrie de notre tête, la convergence des yeux ou plutôt la variation de cette convergence nous est un appoint dans la perception du relief; si nous déplaçons notre regard le long d'une ligne verticale, la base de triangulation reste sensiblement constante.

Les mesures différentielles dans le plan ainsi défini peuvent être considérées comme valables, c'est-à-dire que,

pour un certain écart pupillaire déterminé, nous devons percevoir des différences de convergences relatives aux différents points considérés.

D'une façon plus générale, les variations de convergence, si elles se produisent à des intervalles de temps rapproché, apportent une aide à l'appréciation de la distance. »

On voit donc que ces conditions ne se réalisent que rarement, et d'ailleurs, le cadre si restreint dans lequel elles se produisent prouve que ce phénomène de convergence ne joue pas pratiquement un grand rôle dans l'élaboration de cette sensation.

Dans le stéréoscope, d'autre part, la fusion des images conjuguées d'un même objet est obtenue à l'état de divergence des yeux.

M. de Gramont s'exprime ainsi en étudiant la sensation du relief stéréoscopique :

« Ce qu'il y a sans doute de plus surprenant dans la perception du relief stéréoscopique, c'est la facilité avec laquelle nous utilisons les moindres éléments du champ visuel pour reconstituer un objet à trois dimensions, à condition bien entendu que nous ayons de cet objet une connaissance préalable.

L'ombre portée par tel accident de paysage, par le trait d'un visage humain, nous permet de conclure à la forme de l'ensemble. Mais si nous ignorons la nature de l'objet, notre raisonnement tombe en défaut, nos conclusions sont erronées. »

Beaucoup d'autres éléments entrent en jeu : d'une part, les borgnes ont comme tout le monde la sensation du relief et, d'autre part, cette sensation garde toute sa vivacité lorsque nous fermons un œil.

Enfin, tels animaux à vision monoculaire comme le lièvre, les oiseaux, les poissons, s'écraseraient dans leur course rapide contre les obstacles qu'ils frôlent, ou bien manqueraient leur proie vers laquelle ils se précipitent, s'ils n'avaient une vive sensation du relief.

La vie est un mouvement complexe; la rétine est vivante, active et point inerte comme la plaque photographique, et ce fait est la base même de la faillite de ces théories.

Les raisons exigent donc que les causes de la notion de relief et des distances soient cherchées ailleurs que dans le domaine exclusif de la vision binoculaire.

Ces causes existent d'ailleurs aussi bien en vision binoculaire qu'en vision monoculaire, mais à des degrés différents pour certaines.

Les divers phénomènes qui semblent jouer un rôle dans la sensation du relief vont être l'objet de cette troisième partie de notre étude, et nous aurons à considérer les chapitres suivants :

I

OBSERVATIONS CLINIQUES TIREES DE LA VIE COURANTE ET EXPERIMENTATIONS REALISEES DANS LE REGNE ANIMAL

L'observation clinique tirée de la vie courante prouve que les individus borgnes ont une sensation aussi riche et aussi précise que ceux qui possèdent la vision binoculaire. D'autre part, les études de physiologie comparées arrivent aux mêmes conclusions dans la série animale.

Observation personnelle

Nous avons été privé nous-même de l'usage de la vue de l'œil gauche à l'âge de vingt mois, à la suite d'une méningite cérébro-spinale.

Nous affirmons que nous avons parfaitement la sensation du relief. Nous avons constaté que, lorsque l'occasion se présentait d'évaluer les distances, notre jugement était aussi précis que celui de sujets possédant la vision binoculaire qui étaient les mieux doués pour ces appréciations.

D'autre part, nous nous sommes montré l'égal aux plus adroits dans la pratique de certains sports (basket, rugby) où intervient un jugement rapide des distances et dans l'exécution des gestes.

On peut d'ailleurs prouver une multitude d'observations analogues.

En particulier, il y a eu de grands aviateurs borgnes, comme l'exposent MM. les Docteurs Cantonnet et Terrien dans leur communication à la Société d'Ophtalmologie de Paris.

On peut citer entre autres Coly, Hincheliffe, l'as de ces Anglais, Willy-Post, etc.; or, l'on sait les qualités d'appréciation des distances et des formes qu'un tel métier nécessite.

On en trouve aussi des exemples parmi le corps médical. Certains chirurgiens très habiles étaient privés de la vision binoculaire.

Des *expérimentations faites dans le domaine animal* par M. F. Canello arrivent aux mêmes conclusions. (Compte rendu de la Société de Biologie, 1936.)

Il étudie le comportement des vertébrés borgnes (éborgnés par éviscération) des poissons aux mammifères.

On croyait, dit-il, que l'infailibilité du coup de langue (du *Camaleo vulgaris*) a été possible grâce aux données fournies par la vision binoculaire comme le prétendait Rochon Duvigneaud : « Les yeux du caméléon se dissocient pour la recherche et s'associent pour l'attaque. »

En réalité, dit M. Canello, l'éborgnement (par éviscération) très bien supporté, le caméléon se comporte comme auparavant, nullement gêné par la perte d'un œil, ses coups de langue restent infailibles, son évaluation de la troisième dimension reste parfaitement conservée.

Des observations pendant des mois du comportement d'oiseaux éborgnés (par éviscération) comparativement à celui d'exemplaires normaux : de petits passereaux africains, de milans, il dit : « Nous avons fait plusieurs essais afin d'observer la perception de la distance et des obstacles : la précision du saut, l'allure du vol, le comportement vis-à-vis de la nourriture. Ici encore, pas de différence appréciable entre animaux normaux, même pour le milan et la crécerelle, rapaces diurnes à double fovea et à champ binoculaire très étendu. »

D'observations de mammifères limités aux souris et surtout aux petits chats de trois à quatre semaines. Les chats sont de bons éléments d'expériences : la vision monoculaire ne semble aucunement les gêner, en ce qui concerne la précision du saut, l'évaluation des distances et du relief.

De ces observations cliniques et expérimentales portant sur des actes de la vie courante, on peut donc conclure que la vision monoculaire donne une sensation de relief et de la profondeur aussi exacte eu aussi riche que celle de la vision binoculaire.

II

ETUDE DE LA STRUCTURE MEME DE L'ŒIL QUI EST ORGANISE POUR DONNER, MEME EN VISION MONOCULAIRE, LA SENSATION DU RELIEF

A) *Expérimentations portant sur la fonction visuelle monoculaire*

Le fait que la sensation du relief existe chez le borgne laisse prévoir que les causes qui la déterminent dépendent en partie de la structure même de l'œil.

Ceci a été démontré expérimentalement par MM. Quiddor et Hérubel dans un Mémoire couronné par l'Académie des Sciences intitulé : Nouvelle théorie des perceptions visuelles et de ses applications. Ils se sont fondés sur un certain nombre d'expériences *étudiant expérimentalement le relief donné par l'observation monoculaire de deux images conjuguées.*

Prenons deux images conjuguées d'un test d'oursin. Placé dans l'obscurité, ce test est rendu lumineux par une ampoule électrique interne. Les ombres sont ainsi complètement supprimées et les photos obtenues sont dépourvues de tout relief. Observées simultanément au

stéréoscope, elles donnent une idée exacte de la forme du test.

On peut, par un jeu de prismes, arriver aux mêmes résultats en amenant sur l'une des macula les images conjuguées du test, et alors on aperçoit nettement la forme sphérique du test. La cérébrale perçue est donc une synthèse des cérébrales élémentaires provenant de deux rétiniennees reçues par la même région maculaire.

Etudions maintenant le relief donné par l'observation simultanée de quatre images conjuguées.

L'observateur ouvrant les deux yeux n'aperçoit qu'une image du test, qui est mieux définie que par l'observation monoculaire de deux images conjuguées.

L'étude du relief donné par la loupe est très accentué en se servant d'une loupe à petit diamètre.

Etudiant le relief donné par l'objectif, ils ont constaté qu'à l'instar de l'œil composé de l'insecte, il donne plusieurs images du même objet; ces images peuvent être projetées et donner à l'observateur une sensation de relief identique à celle qu'il éprouverait par l'observation monoculaire de l'objet.

Etude du relief donné par le cristallin. — Il est amené ensuite à l'étude du relief donné par le cristallin, qui donne plusieurs images rétiniennees d'un même objet. Les images données par l'objectif et le cristallin subissent, comme d'une même cause, des modifications identiques.

Le cristallin et l'objectif sont donc semblables et donnent plusieurs images d'un même objet.

L'un et l'autre sont comparables à l'œil composé de l'insecte; ils n'en différencient que par une structure plus simple. Enfin, l'œil est supérieur à l'appareil photo.

Les images différentes du même objet données par le cristallin ne sont pas confondues par la rétine comme le sont les images reçues par la plaque sensible : c'est le cerveau qui fusionne les images comme il fusionne celles que donnent l'objectif et l'écran partiel, lorsqu'elles ont été enregistrées par le film et projetées par l'écran.

Le relief est donc identique dans les deux cas.

De cet ensemble d'expériences, ils tirent la conclusion suivante : « Les images données par l'objectif ou par le cristallin sont des images complexes formées d'images simples qui sont superposées et présentent les objets sous différents aspects.

La fusion monoculaire ou binoculaire de ces images fait connaître la forme et la distance des objets, c'est-à-dire leur relief.

Une conclusion se dégage nettement de cette étude : Loupe, objectif, cristallin, appareil stéréoscope, appareil cinématographique donnent du même objet des images différentes.

Aux rétiniennes ainsi formées correspondent les cérébrales élémentaires fusionnées en une cérébrale qui nous fera connaître le relief de l'objet. »

Nouvelle théorie des perceptions visuelles et ses applications par MM. A. Quidor et Marcel Hérubel. — MM. Quidor et Hérubel ont été amenés à une nouvelle conception des phénomènes visuels qu'ils définissent de la manière suivante : « La perception du relief peut être monoculaire ou binoculaire, et les phénomènes de convergence n'ont d'autre rôle que d'assurer l'unité de sensations dans la vision binoculaire. »

Ces auteurs passent en revue toutes leurs expériences et en tirent une théorie sur le mécanisme de la percep-

tion. Ils ont prouvé que la fusion monoculaire de deux images conjuguées d'un test d'oursin éclairé par une ampoule électrique intense (supprimant ainsi complètement les ombres, et les photographies obtenues étant dépourvues de relief) et la fusion de ces mêmes images à l'aide du stéréoscope donnent à l'observateur une sensation identique.

Ces auteurs expliquent le fait en disant : « Chaque image rétinienne donne donc une cérébrale dominante dans l'hémisphère relié à l'œil par le faisceau direct du nerf optique, et une cérébrale secondaire dans l'autre hémisphère. Il en résulte que dans l'observation directe les objets forment une image sur chaque macula; à chaque rétinienne correspond dans chaque hémisphère deux cérébrales élémentaires qui sont fusionnées en une cérébrale principale faisant connaître le relief des objets. »

En abordant la formation des cérébrales, ces auteurs mettent en valeur le rôle du facteur psychique dans leur élaboration. « La rétine, disent-ils, et plus généralement toute surface sensible à la lumière transmet aux centres nerveux, cerveau ou ganglions cérébroïdes, les impressions qu'elle reçoit. Le centre nerveux interprète cette impression et la transforme en perception visuelle.

Cette impression est donc bien objective et subjective, et sa précision dépend des données antérieures fournies par l'expérience, c'est-à-dire par l'expérience des autres sens. « Chez l'homme, toute rétinienne détermine la formation d'une cérébrale élémentaire et la fusion des cérébrales élémentaires, formées dans un même hémisphère du cerveau, donnera la cérébrale principale, qui nous fera connaître la forme et la distance des objets.

Nous avons montré que cette cérébrale principale pouvait être donnée par l'observation monoculaire ou binoculaire. Elle se forme en effet dans chaque hémisphère cérébral. Les deux cérébrales ainsi formées sont identiques et quelques faits de la clinique, constatés chez les hémiplegiques, ont montré que l'une d'elles pouvait disparaître sans provoquer un trouble quelconque dans la vision de l'individu. Dans l'observation directe d'ailleurs, la perception du relief n'est pas modifiée quand nous fermons un œil. Certains invoquent avec Helmholtz, contre cette perception monoculaire du relief, notre maladresse quand, fermant un œil, nous voulons saisir un objet. Mais d'habitude fait disparaître cette maladresse et on sait qu'elle n'existe pas chez les borgnes. La perception monoculaire du relief peut être expliquée par la structure du cristallin qui donnerait, comme l'objectif photographique, plusieurs images rétiniennes du même objet.

« La perception monoculaire du relief par l'observation directe est d'ailleurs confirmée par le mode d'acquisition de nos cérébrales.

Rétiniennes et cérébrales sont associées chez l'adulte, mais il en est autrement chez le tout jeune enfant. Aussi veut-il s'emparer de l'objet qu'il voit pour la première fois, pour le toucher; il associe la rétinienne perçue à la forme de l'objet; la notion de distance lui est donnée par le chemin qu'il doit parcourir pour le saisir. Toutes nos cérébrales, aussi bien chez l'enfant que chez l'adulte, résultent de l'interprétation des perceptions nouvelles, c'est-à-dire de la comparaison de ces perceptions avec les perceptions anciennes.

Il en est de même chez l'aveugle de naissance auquel le chirurgien vient de donner la vue, mais ici une pseudo-cérébrale a précédé la rétinienne. Notre aveugle, heureusement opéré, ne reconnaîtra les objets qui lui étaient familiers qu'après leur avoir associé l'image reçue par la rétine. Les perceptions visuelles sont donc des actes psychiques, qui groupent en une cérébrale unique, les données fournies par les autres sens. »

C'est donc à juste titre que le compte rendu des séances de l'Académie des Sciences résume ainsi l'important mémoire de MM. Quidor et Hérubel :

« La perception monoculaire du relief, contestée par les uns, admise par les autres, est donc un fait. »

B) *Rôle de l'accommodation.*

L'accommodation correspond à la mise au point dans les instruments d'optique.

Elle est due à l'état de contraction ou de relâchement du muscle ciliaire qui, faisant varier la courbure du cristallin, permettant ainsi de fixer une image d'un objet déterminé situé à une distance déterminée.

La succession de ces contractions est différente pour des objets situés sur des plans différents.

Cette contraction des muscles ciliaires liée à une tension déterminée du cristallin correspond à une image déterminée.

La succession de contractions des muscles ciliaires, et par conséquent de ces tensions successives du cristallin et des images successives, détermine la sensation du relief.

Les muscles ciliaires et le cristallin sont le siège de sensations qui varient avec leur état de contraction et de tension.

Ces différences de contraction et de tension correspondent à la vision d'objets siégeant sur des plans différents.

Ces sensations sont le point de départ de réflexes qui ont pour résultat la sensation du relief.

Alors que Wund et Ariès pensaient que monoculairement l'accommodation nous permettait d'avoir la sensation du relief, Hillebrand, Bourdon, Bappert pensent que l'accommodation n'intervient que d'une manière très limitée dans la perception de cette même sensation.

Accommodation et chromatisme oculaire. — Les beaux travaux de Polack sur le chromatisme de l'œil l'ont conduit à attribuer à l'accommodation un rôle très important dans la perception des distances en vision monoculaire.

Il dit notamment : « Le chromatisme de l'œil contribue à lui donner la notion des distances relatives des objets, par les cercles de dispersion qu'ils forment sur la rétine et dans lesquels la succession des couleurs, pour un point objet et pour un état d'accommodation donné, permet de présumer de la distance.

Supposons que nous observions, en face de nous, une suite en profondeur de petits contours blancs se projetant sur un fond noir, et que nous accommodions sur les radiations jaunes pour l'un d'eux situé, par exemple, à deux ou trois mètres de nous. Dans ces conditions, l'image

de cet objet présentera des couleurs jaunâtres, entourés d'un halo bleu. Les objets situés plus loin formeront, suivant leur distance, des images à contours orangés, entourés de bleu cyanné ou rougeâtres, avec, dans l'image rétinienne, des contours passant successivement du jaune verdâtre au bleu violet, avec des halos de couleurs respectivement complémentaires, c'est-à-dire allant du jaune violet au jaune verdâtre.

« Chaque distance se traduit donc sur la rétine par un cercle de dispersion d'un caractère déterminé. Il y a donc pour chaque distance un signe rétinien, un symbole physiologique et l'on comprend aisément que, de cette façon, le chromatisme de l'œil puisse nous renseigner sur les distances ou, en d'autres termes, nous donner la notion de l'espace. »

Les recherches de Polack sur le chromatisme oculaire ont montré que l'œil emmétrope accommodait sur les radiations rouges (comme l'avait prédit Newton) et que dès lors un point blanc convenablement fixé avait un halo de diffusion bleu violet, le foyer bleu violet étant distant de $1/2$ mm. du foyer rouge.

Polack attribue aux cercles de dispersions chromatiques, bien qu'ils ne soient pas remarqués (à cause de la décroissance rapide de la lumière en allant du centre vers la périphérie des cercles de dispersions), un rôle dans la perception de la profondeur et de la distance relative des objets, peu important en vision binoculaire, mais capital en vision monoculaire, et il fait dépendre de la coloration de ces cercles le sens des réflexes accommodateurs : le cristallin accentuant ou diminuant sa courbure, suivant que le halo qui résulte de l'aberration chromatique tire vers le rouge orangé ou le bleu vert.

La photographie en couleur, de son côté, paraît justifier l'hypothèse d'un rôle joué par le chromatisme dans la perception des distances : le Docteur Polack a fait calculer un objectif photo présentant une dispersion analogue à celle de l'œil humain, mais plus accusée. Il a pu, par là, exécuter des clichés autochromes qui donnent, notamment dans les premiers plans, des effets qui se rapprochent beaucoup de ce que nous voyons à l'œil nu.

Plus récemment, M. Pieron, dans ses expériences, a pu éliminer l'ensemble des facteurs usuels qui concourent à donner la sensation du relief, à l'exception du phénomène d'accommodation, et a ainsi cherché à déterminer le seuil de la perception d'écart en profondeur dans la vision monoculaire. Il dit : « On peut constater aussi que même en lumière monochromatique il se produit une adaptation accommodative aux diverses distances.

C'est le jeu de l'accommodation rendant l'image plus nette par fixation plus proche ou plus éloignée qui assure la perception du plus ou moins de profondeur.

En indiquant dans quel sens l'accommodation doit jouer (indication purement réflexe), le cercle de diffusion coloré facilite indirectement cette perception de la profondeur, mais il ne la conditionne pas, car la variation accommodative convenable finit par être obtenue après quelques tâtonnements, en l'absence de halo de dispersion.

En résumé : le cercle de diffusion chromatique — qu'il est très difficile d'observer — ne paraît donc pas être un facteur direct de la perception de la profondeur relative à petite distance, et n'influence cette perception, pour la rendre plus sûre et plus précise, que dans la

mesure où il facilite le jeu accommodatif qui reste possible en son absence. »

Si l'accommodation se fait sur des objets situés sur des plans différents pour nous donner une notion de la position des objets l'un par rapport à l'autre, elle le fait, guidée qu'elle est, par la vision indirecte.

Par conséquent, la *vision indirecte* semble également jouer un rôle dans la succession des phénomènes d'accommodation.

Si elle ne nous donne pas une notion précise d'un objet étendu, elle nous permet d'accommoder sur ses divers points. Elle conserve présente la forme générale des objets situés dans des plans différents, et coordonne les observations de détail successivement effectués par les phénomènes d'accommodation.

Le peu de précision de la vue d'ensemble qu'elle nous fournit n'a plus qu'une importance secondaire, la mémoire se chargeant en définitive de la synthèse.

III

LA PARALLAXE OCULAIRE

Le rôle de la parallaxe monoculaire n'a jamais été contesté.

Bourdon, Kirschmann, Tscherning l'ont démontré expérimentalement.

Si l'on fixe un point, en imprimant à la tête des mouvements latéraux, les objets situés en arrière du point de fixation se déplacent dans le même sens que la tête, et ceux qui sont en avant le font en sens inverse.

Nous savons bien qu'en ophtalmologie la parallaxe monoculaire nous permet d'apprécier la différence de profondeur des bords et du centre d'une excavation glaucomateuse.

Plus récemment, Musati montre qu'en vision monoculaire on peut susciter par la rotation des figures planes de très fortes impressions de relief. Des cercles dessinés ou un disque tournant peuvent apparaître comme un tronc de cône.

Ce sont des phénomènes de stéréocinétique.

Bourdon résume ainsi cette affirmation :

« Le moyen principal dont nous disposons dans la vision monoculaire pour percevoir les différences de profondeur nous est fourni par le parallaxe monoculaire. Par suite de mouvements de la tête, l'œil peut se dépla-

cer de plusieurs centimètres dans l'espace et nous pouvons ainsi obtenir d'un objet représentant un relief ou d'un ensemble d'objets situés à diverses distances de nous des images successives aussi différentes ou même plus différentes que celles qui se produisent simultanément par les deux yeux en vision binoculaire. »

Si l'on considère les travaux de F. Canello sur le comportement des vertébrés borgnes, on n'arrive pas aux mêmes conclusions.

Nous reportons même certains passages des travaux de Canello :

« Nous avons étudié des tritons, des grenouilles (*rana esculanto*). Ce sont ces dernières qui se prêtent le mieux à ces observations.

Nous les avons placées dans un aquarium où il y avait des cailloux de formes diverses et des mouches.

Bien que leur tête fasse un tout presque rigide avec leur tronc, et que leurs yeux n'aient pas de mouvements, elles se déplacent très lentement pour suivre du regard une mouche, et avec beaucoup de rapidité et d'adresse elles bondissent sur elle en projetant leur courte langue pour l'attraper. •

Un tel comportement qui est exactement le même chez les grenouilles borgnes dénote évidemment une évaluation assez précise des distances.

A notre avis, le rôle que l'on attribue à la parallaxe monoculaire dans la perception des distances du relief semble être excessif. Si elle y contribue pour une cer-

taine part, elle ne la conditionne pas. Elle n'a pour but que de déplacer notre regard, par une translation de la tête à droite ou à gauche, vers un point de vue plus commode pour apprécier la forme et la distance d'un objet qui était primitivement caché en partie par un autre objet afin d'en avoir une meilleure visibilité. Mais si d'emblée nous sommes bien placé, nous pouvons très bien nous en passer.

IV

ROLE DES FACTEURS EMPIRIQUES SUIVANTS

La perception monoculaire du relief est grandement facilitée par des causes adjuvantes d'ordre empirique.



a) *La perspective linéaire.* — par la déformation qu'elle fait subir aux objets, elle contribue à nous donner la sensation du relief. Fixons monoculairement une des figures ci-dessus représentant deux lignes croisées; on a l'illusion que l'une de leur branche s'étend vers la profondeur, et cette illusion est d'autant plus marquée qu'une des branches est horizontale ou verticale; elle l'est moins lorsque les branches sont obliques.

b) *Répartition de la lumière et des ombres.* — Des faits tirés de l'expérience journalière montrent l'importance de ces phénomènes.

Les différentes parties qui composent une médaille ou un moule à plâtre peuvent nous paraître tantôt en creux, tantôt en saillie, suivant la manière dont elles sont éclairées.

Les ombres portées contribuent à nous faire paraître en retrait les régions sur lesquelles elles se projettent; aussi un simple dessin nous donnera moins l'impression de relief qu'un dessin ombré.

Par un temps couvert, regardons, du sommet d'une montagne, un paysage; certaine partie, surtout dans le lointain, nous apparaît uniformément unie et plate. Survient un rayon de soleil qui l'éclaire obliquement, aussitôt surgissent des oppositions d'ombre et de lumière que notre centre visuel interprète immédiatement, et l'étendue qui nous avait paru d'abord unie se révèle alors sous son véritable aspect, parsemée de creux et de bosses.

Est-il nécessaire, enfin, de rappeler que les oculistes recourent à l'artifice de l'éclairage oblique pour déceler la présence, dans l'œil, de certains corps étrangers ou de taches qui sont invisibles quand les rayons lumineux frappent le globe oculaire normalement?

« On peut aussi apprécier le relief avec un seul œil; les éléments de cette appréciation nous sont alors fournis par nos acquisitions antérieures sur la perspective, sur l'emplacement des ombres et des taches lumineuses. »

« Notre intelligence a appris du toucher à interpréter comme étant des creux ou des saillies certaines parties des objets que la vue nous montre simplement comme différemment éclairées. »

MM. Imbert, Oddo et Chavernac avouent aussi que « le jeu des ombres et des lumières... suffit pour donner nette la sensation du relief » au borgne.

c) *La perspective aérienne.* — Ce sont les changements de couleur que fait subir aux objets l'air interposé entre eux et nous.

M. de Gramont dit :

« A tout moment l'atmosphère agit de deux façons : elle constitue un écran sélectif entre nous et les objets qui nous environnent, et elle nous renvoie sans cesse une partie de la lumière qui nous entoure.

L'action réfléchissante et l'action absorbante de la brume et des gaz de l'atmosphère sont complémentaires : c'est à ce double jeu perpétuel qu'est due l'infinie variété des effets lumineux quelle qu'en soit la source, celle-ci pouvant être le soleil perçu directement ou voilé par les nuages, soit même un éclairage artificiel.

Comme la distance des objets lointains est perçue par le souvenir d'effets analogues, il est facile de comprendre que les données d'un climat inconnu peuvent entacher d'erreurs grossières ce genre d'évaluation. »

L'atmosphère est plus ou moins chargée de poussière qui estompe la forme des objets ; ceux-ci paraissent d'autant plus rapprochés que leurs contours sont plus nets : c'est pourquoi les sommets des hautes montagnes peuvent ne pas sembler bien éloignés lorsque le temps est clair. Cette influence de la netteté des contours est très frappante dans certains vices de réfraction. Si un myope insuffisamment corrigé vient à mettre des verres le corrigeant complètement, les contours des objets lui paraissent aussitôt plus rapprochés.

d) *Luminosité plus ou moins grande des objets.* — De deux points vus à la chambre noire, le plus net nous paraît le plus rapproché.

Ashley a constaté qu'un disque circulaire clair, seul visible à la chambre noire, nous donnait l'impression d'éloignement ou de rapprochement suivant qu'il était plus ou moins éclairé.

Inversement, les objets sombres pourront paraître plus rapprochés selon qu'ils seront plus noirs.

Ce n'est donc pas à proprement parler la clarté, mais la saturation plus ou moins grande de la couleur qui entre en jeu.

Pour Petermann, le seul fait de fixer successivement deux objets dans ces conditions donne régulièrement l'impression de profondeur.

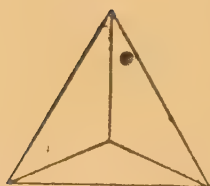
e) *Autres facteurs empiriques.*

1. — Des phénomènes observés par Goethe et Brenste, étudiés surtout par Einthoven, consistent en ce que, vus à même distance, des objets rouges semblent plus rapprochés que les bleus.

Ce phénomène très marqué en vision binoculaire l'est également en vision monoculaire.

2. — Enfin, parmi les motifs empiriques de localisation en profondeur, nous devons faire une grande place aux phénomènes dits d'inversion ou de double perspective.

Si nous considérons par exemple la figure ci-contre, elle pourra ne nous présenter qu'un simple triangle, mais aussi la figure géométrique d'un prisme triangulaire dont l'arête médiane nous semblera tantôt antérieure, tantôt postérieure.



Ces deux aspects se présentent à nous suivant une véritable oscillation; ces oscillations peuvent être très courtes (1 seconde à $1/5$ de seconde), suivant les sujets et la complexité de la figure.

Il y a en réalité dans ce fait un facteur psychique évident. Certains sujets peuvent voir longtemps la figure sans y percevoir la moindre modification. Si l'on fixe longtemps un point du dessin, il finira par nous paraître plus rapproché que les autres points non fixés.

Si on se le représente comme devant être plus rapproché, il nous paraîtra comme tel.

Ce fait est confirmé par l'expérience de Petermann, pratiquée à la chambre noire sur des sujets non avertis; elle montre que des changements volontaires de l'attention modifient l'appréciation de l'éloignement des objets.

Plusieurs objets observés simultanément avec le même degré d'attention sont localisés à la même distance du sujet.

Les faits d'inversion supposent donc une représentation préalable.

Ainsi, de deux représentations possibles, celle qui apparaîtra de préférence sera celle qui s'apparentera le plus à la forme d'objets déjà connus.

Leur apparence d'inversion ne se constate pas seulement sur des figures géométriques mais aussi sur des objets réels.

Wicholkonsku a constaté que l'inversion survient d'autant plus facilement que l'on passe de la fixation binoculaire à la fixation monoculaire.



V

L'APPRECIATION DES DISTANCES ET DU RELIEF PAR LA VUE SEULE

L'appréciation des distances à la vue est basée sur une éducation toute particulière et fort longue de nos organes visuels. Elle repose sur la fixation, dans le centre des souvenirs visuels, d'une ou de plusieurs longueurs étalons, que nous nous entraînons à reconnaître et à manier virtuellement par des expériences répétées. Cette notion, une fois fixée dans le cerveau, nous reportons par la pensée la grandeur connue sur la grandeur inconnue, pour la mesurer à la façon d'un arpenteur qui opère un métrage. Il en est ainsi quel que soit le moyen particulier employé : méthode des repères, avec décomposition en tranches de la longueur à mesurer ; méthode des grandeurs apparentes.

L'appréciation des distances à la vue est extrêmement difficile. Pour s'en rendre compte, il suffit de se livrer à quelques expériences personnelles. Tous ceux qui ont assisté à des séances d'instruction de gradés dans l'armée ont été frappés par les différences considérables existant entre les chiffres indiqués par les divers observateurs, pour une même grandeur à évaluer. Aussi faut-il des exercices journellement répétés pour arriver à éduquer le cerveau et obtenir une certaine approximation.

Cette éducation spéciale est tellement nécessaire que l'entraînement particulier acquis dans l'exercice de certaines professions reste exclusivement circonscrit à l'ordre des grandeurs habituellement maniées. Ainsi un architecte évaluera avec une précision suffisante la hauteur d'un édifice, tandis qu'il commettra des erreurs invraisemblables sur l'appréciation des distances des divers points d'un paysage situé autour de lui.

Un arpenteur-géomètre appréciera très bien des longueurs de l'ordre du décamètre, mais il fera de lourdes fautes si la distance est de l'ordre de l'hectomètre. Un drapier se trompera rarement sur les dimensions de l'ordre du mètre et du décimètre, mais il aura une idée absolument fausse de la hauteur d'un arbre ou de la longueur d'une portion de route s'étendant devant lui.

Ainsi l'appréciation des distances exige une expérience due à une éducation spéciale du centre des souvenirs visuels.

Cette éducation spéciale du centre du souvenir visuel se fait grâce aux données fournies au sens de la vue par l'ensemble des sensations tactiles, musculaires, etc...; elle se fait dans les conditions suivantes :

Le toucher actif joint au déplacement de tout notre corps avec toutes les sensations musculaires et kinesthésiques que ce déplacement suppose, est nécessaire en outre pour nous rendre compte plus exactement de la distance des objets qui sont hors de la portée de notre main.

La première appréciation de leur distance exigera sans doute de notre part un déplacement effectif, et donc le concours actuel du toucher, du mouvement et de la vue; mais les images visuelles des divers aspects sous les-

quels nous aurons vu ces objets durant ce déplacement resteront associés à la sensation des mouvements accomplis pour nous rendre auprès d'eux, et à l'impression qu'ils ont fait sur notre toucher.

Désormais, par la vue seule, sans le recours actuel au toucher, nous apprécierons de loin leur distance et leur grandeur.

Nos sensations visuelles sont éduquées par les données de nos autres sens, mais elles le sont au plus haut point par nos facultés supérieures.

Nos connaissances intellectuelles sur l'objet perçu, nos souvenirs, l'imagination, les fonctions d'attention et d'association, non seulement nous aident grandement à interpréter nos données sensibles, mais encore élargissent et enrichissent nos perceptions du monde extérieur.

D'ailleurs cette éducation de nos perceptions du relief par l'esprit se diversifie et se spécialise pour chacun suivant les expériences de sa vie et de sa profession.

La perception de la sensation du relief est un acte cérébral : c'est l'interprétation convenable de nos sensations visuelles ; cette interprétation est réalisée par le jugement, éclairée par la science, instruite par l'expérience, exercée par l'habitude.

VI

PERTE DE LA VISION BINOCULAIRE CHEZ L'ADULTE

Nous commençons par citer l'observation personnelle que M. V. Cocral fait lui-même dans son ouvrage :

« Une blessure nous ayant privé subitement de l'usage d'un œil, nous avons constaté avec étonnement, le jour même, que la vision avec un œil était aussi nette qu'avec deux, mais qu'au lieu de verser la boisson dans le verre qui était près de notre lit, à l'hôpital, nous vidions le contenu du récipient sur la table.

De même, en croyant tremper notre plume dans l'encrier, nous la piquions à côté de son ouverture.

Enfin, quand il nous fut donné de faire la première promenade, il nous semblait, dans les allées du jardin, voir un creux là où il existait une bosse, et inversement. Après une période de tâtonnement de quelques jours, ces troubles ont disparu. »

Commentant ce fait, il dit : « L'équilibre entre la vue et le toucher s'est rapidement rétabli. En effet, à notre sortie de l'hôpital, cette maladresse n'existait plus et elle ne s'est plus reproduite bien que pendant des mois nous ayons été privé de l'usage de l'œil droit à plusieurs reprises. »

Nous pouvons trouver une quantité d'observations analogues. Après leur accident, la plupart des personnes accusent une certaine maladresse dans leurs occupations habituelles, et particulièrement une altération plus ou moins importante de la sensation du relief et des distances. Cet état n'est d'ailleurs que passager et, après un certain temps, tous ces phénomènes disparaissent.

Une rééducation semble s'être réalisée, redonnant à l'individu son comportement normal.

Comment expliquer l'ensemble de ces phénomènes?

Nous allons en rechercher une explication dans le mécanisme même des perceptions visuelles.

L'enfant s'est exercé pendant des mois à fondre en une cérébrale les deux images rétinienne pour acquérir la fonction binoculaire (M. Terrien admet que c'est vers 18 mois que s'établit la fonction binoculaire). Cette fonction visuelle se perfectionne grâce à l'éducation par les autres sens et en particulier par le toucher et la locomotion. Elle s'enrichit sans cesse et repose chez l'adulte, en grande partie sur des acquisitions de formes et d'objets antérieurement perçus.

Nous avons donc pris l'habitude d'interpréter nos sensations visuelles à partir d'une image cérébrale qui résulte elle-même de la fusion dans le cerveau des deux rétiniennes déterminant ainsi la sensation du relief en vision binoculaire.

Il est donc naturel que la disparition d'une rétinienne par suite de l'abolition de la vision d'un œil puisse apporter des perturbations dans les habitudes acquises et par conséquent dans l'interprétation de sensations visuelles qui ne se produisent pas dans les mêmes conditions.

Ainsi au début, des troubles du comportement observés s'expliquent par des erreurs d'interprétation de nos sensations visuelles.

Mais si la perte d'un œil modifie peu nos moyens d'information, elle n'annihile pas notre faculté d'interprétation. Les faits prouvent que peu à peu les sujets s'adaptent à ces conditions de vision nouvelle, que cette adaptation se fait instinctivement, automatiquement. Il ne saurait en être autrement puisque l'œil est organisé pour donner le relief même monoculairement. Une image cérébrale nouvelle s'est constituée et a pris la place de la pseudo-cérébrale de la vision binoculaire.

La maladresse éprouvée par certains individus au moment où ils sont privés de la vision d'un œil tient donc à un trouble des habitudes acquises; la rééducation consiste à se libérer de ses habitudes. Tant qu'elle n'est pas obtenue, il y a un défaut de coordination entre les fonctions de relation et les fonctions visuelles.

CONCLUSIONS

La vue nous donne à elle seule une certaine sensation du relief qui peut être perfectionnée, mais non suppléée par l'éducation.

Cette éducation comporte la mise en œuvre de toutes les acquisitions qui nous sont fournies par nos sensations (et plus particulièrement par nos sensations tactiles et de locomotion) et par le jeu de nos facultés intellectuelles.

Si les théories de convergence et de similitude peuvent expliquer l'unité de sensation en vision binoculaire, elles ne peuvent expliquer la perception du relief, leur base, issue de conceptions trop strictement mathématiques, interdit leur application absolue aux phénomènes de la vision qui sont eux vivants et pour cette raison n'obéissent pas à leurs lois.

Les observations cliniques de sujets borgnes montrent qu'ils se comportent dans la vie courante comme les sujets possédant la vision binoculaire, qu'ils réussissent aussi bien qu'eux dans des professions telles que celle d'aviateur et de chirurgien, professions qui exigent une grande adresse et une appréciation des distances et du relief particulièrement précise.

Ces faits prouvent le degré de variété et de finesse que peut atteindre la sensation du relief chez certains borgnes.

Les expérimentations faites sur des animaux prouvent également que les sujets éborgnés ont le même compor-

tement que les sujets témoins possédant la vision bino-
culaire dans l'appréciation du relief et des distances.

La sensation du relief existe donc chez le borgne.
C'est un fait cliniquement établi et scientifiquement
démonstré.

Les causes qui déterminent la sensation du relief chez
le borgne sont les suivantes :

I. — La sensation du relief tient tout d'abord à la
structure même de l'œil qui est organisé pour donner,
même en vision monoculaire, la sensation du relief.

a) MM. Quidor et Hérubel disent eux-mêmes en étu-
diant le relief donné par l'objectif et le cristallin « qu'à
l'instar de l'œil composé de l'insecte, ils donnent plu-
sieurs images d'un même objet... Les images données par
l'objectif et le cristallin sont des images complexes
formées d'images simples superposées et représentant les
objets sous différents aspects. La fusion *bicoculaire*
ou *monoculaire* de ces images fait connaître la forme et
la distance des objets, c'est-à-dire donne la sensation de
relief. »

b) Les phénomènes d'accommodation entrent pour
une grande part dans la détermination de la sensation
du relief chez le borgne.

Les différences de contractions des muscles ciliaires
liés à un certain état de tension du cristallin, corres-
pondent à la vision d'objets siégeant sur des plans dif-
férents.

Ces sensations de contraction et de tension successives de l'appareil d'accommodation sont le départ de réflexes qui dans une certaine mesure entrent dans l'élaboration de la sensation du relief.

Les cercles de diffusions chromatiques décrits par le Docteur Polack, qui se forment sur la rétine et qui diffèrent suivant la distance où le cristallin accommode, facilitent et précisent mais ne conditionnent pas le réflexe accommodateur (car le réflexe d'accommodation se produit également en lumière monochromatique, mais il est plus lent et plus hésitant qu'en lumière blanche comme l'a établi M. Pieron).

La vision indirecte conserve présente la forme générale des objets situés dans des plans différents et coordonne les observations de détail successivement effectués par les phénomènes d'accommodation et de ce fait joue un rôle important dans la perception du relief.

II. — Les phénomènes de parallaxe oculaire, à notre avis, ne semblent pas aussi importants que le prétendent les auteurs Bourdon, Kirschmann, Tscherning, dans la détermination de la sensation du relief chez le borgne.

Les expérimentations faites sur les animaux semblent également le prouver.

Elle ne semble être utilisable que pour nous placer à un point de vue plus commode pour apprécier la distance et la forme d'un objet qui serait caché en partie, mais si d'emblée nous sommes bien placé, nous pouvons très bien nous en passer.

III. — Parmi les causes d'ordre empirique qui entrent en ligne de compte dans la perception du relief en général et particulièrement chez le borgne, certaines ont une importance capitale.

1° La répartition de la lumière et des ombres.

Mais la répartition de la lumière et des ombres ne nous donne une sensation de relief que si elle est convenablement interprétée.

Nos acquisitions antérieures sur l'emplacement des ombres et des taches lumineuses en sont des éléments de grande valeur qui nous permettent d'interpréter convenablement la répartition de la lumière et des ombres dans un paysage contribuant à nous donner ainsi la sensation du relief.

2° La perspective aérienne.

Ce sont les changements de couleur et les modifications de la netteté des contours des objets que fait subir l'air plus ou moins chargé de brume et de poussière, interposé entre eux.

Les objets paraissent d'autant plus près que leurs contours sont plus nets.

3° Luminosité plus ou moins grande des objets.

Asley a constaté qu'un disque circulaire clair, seul visible à la chambre noire, nous donnait l'impression d'éloignement ou de rapprochement suivant qu'il était plus ou moins éclairé.

4° La perspective linéaire par des déformations qu'elle fait subir aux objets contribue à nous donner une sensation de relief.

5° Phénomènes dits d'inversion ou de double perspective.

6° Phénomènes observés par Goethe et Brenste.

IV. — La sensation du relief se précise et s'enrichit grâce à l'éducation du sens de la vue par l'ensemble de nos sensations : sensations tactiles et musculaires en particulier. L'ensemble des données sensorielles concourant à l'élaboration de la sensation du relief doit être convenablement interprété par le jugement, éclairé par la science, instruit par l'expérience, exercé par l'habitude, de sorte que le centre de nos souvenirs visuels ainsi éduqué permette à la vue seule une appréciation exacte du relief.

Pour expliquer les phénomènes résultant de la perte de la vision binoculaire, nous exposerons ces quelques lignes tirées des Annales d'Oculistique sous la signature de M. le Docteur Carlo : « L'œil étant organisé pour donner au cerveau, même en vision monoculaire, la notion du relief et des distances, il n'y a pas lieu de s'étonner que des gens privés de l'usage d'un œil, dès leur naissance, vieillissent inconscients de leur infirmité. Si quelques borgnes se plaignent d'un trouble persistant dans l'appréciation des distances, l'immense majorité n'éprouve quelque gêne que pendant un temps plus ou moins long, mais limité. Il y a là un défaut de coordination entre la locomotion et l'interprétation des sensations visuelles, car la vision binoculaire chez l'homme est une acquisition. La rééducation se fait d'elle-même. »

Vu, le Doyen :
TIFFENEAU.

Vu, le Président :
LAIGNEL-LAVASTINE.

Vu et permis d'imprimer,
Le Recteur de l'Académie de Paris :
ROUSSV.

BIBLIOGRAPHIE

- Armand de Gramont.* — Problème de la vision. 1939.
- Bailliart et Ch. Coutelat.* — Traité d'ophtalmologie. (Paris, Masson. T. II. 1939.)
- M. Bouasse.* — Vision et reproduction des formes.
- F. Canello.* — Quelques recherches sur la vision monoculaire. Etude sur le comportement des vertébrés borgnes, des poissons aux mammifères. (Compte rendu de la Société de Biologie : 122, p. 1221-1224. 1936.)
- D^r E. Carlo.* — La perception monoculaire du relief et ses conséquences. (Annales d'oculistique, 166, p. 24. Janvier 1929, p. 650, Août 1929.)
- D^r Chabrilat.* — La naissance de la vision chez un aveugle-né opéré avec succès. (Thèse Bordeaux, Juillet 1929.)
- V. Cocral.* — La rhéhabilitation des borgnes. 1929.
- Dubuisson Maurice.* — Essai sur la vision monoculaire du relief. (Thèse Paris, 297. 1913-1914.)
- Elsa Claen et Brenner.* — Etude des relations fonctionnelles des cortex sensitifs visuels et auditifs avec les régions oculomotrices corticales. (Compte rendu de la Société Biologique, 127, p. 116. 1938.)

E. Gley. — Traité élémentaire de physiologie. T. II. 1934.

MM. Imbert, Otto et Chavernac. — Guide pour l'évaluation des incapacités. (P. 506, 1923.)

Le Père Ch. Lahr S. J. — La connaissance sensible. (Cours de philosophie. T. I^{er}, 1929.)

M. Y. Le Grand. — Sur l'acuité du sens des variations de convergence. (Compte rendu de séances de l'Acad. d. Sc., 195, p. 176. 1932.)

Musati. — Arch. It. Psy., 3, p. 105. 1924.

Nouveau traité de psychologie. T. V.

Paul Guillaume. — La psychologie de la forme. (Bib. d. Ph. Sc. 1937.)

H. Piéron. — Du rôle des cercles de diffusion chromatique sur la rétine dans la perception monoculaire de la profondeur. (C. r. soc. biol. 96, 11-13 janvier 1927.)

— Le cerveau et la pensée. (P. 166, 1923.)

Polack. — Bull. S. O. Paris, p. 320. 1920; p. 339, 1923.)

MM. Quidor et Hérubel. — Nouvelle théorie des perceptions visuelles et ses applications. (Ann. d. phys., Avril 1927.)

D^{rs} Remy, Cantonnet et Blum. — Le Diploscope.

Rochon-Davigneaud. — Bulletin scientifique de la France et de la Belgique. (P. 162, 1920.)

Weil et Pfersdorff. — Ann. Méd. Psy., 3, 1925.

